

# Best Available Copy



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

PHOENIX + EP  
PCT/IB04/50476

Office européen  
des brevets

REC'D 19 MAY 2004

WIPO PCT

Bescheinigung Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterlagen stimmen mit der ursprünglich eingereichten Fassung der auf dem nächsten Blatt bezeichneten europäischen Patentanmeldung überein.

The attached documents are exact copies of the European patent application described on the following page, as originally filed.

Les documents fixés à cette attestation sont conformes à la version initialement déposée de la demande de brevet européen spécifiée à la page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03101103.4 ✓

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office  
Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

R C van Dijk



Anmeldung Nr:  
Application no.: 03101103.4 ✓  
Demande no:

Anmelddatag:  
Date of filing: 22.04.03 ✓  
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Philips Intellectual Property & Standards  
GmbH  
Steindamm 94  
20099 Hamburg  
ALLEMAGNE  
Koninklijke Philips Electronics N.V.  
Groenewoudseweg 1  
5621 BA Eindhoven  
PAYS-BAS

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se referer à la description.)

Angiographisches Röntgen-Bildgebungsverfahren

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)  
revendiquée(s)  
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

A61B6/00

Am Anmelddatag benannte Vertragstaaten/Contracting states designated at date of  
filling/Etats contractants désignés lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL  
PT RO SE SI SK TR LI

## BESCHREIBUNG

### Angiographisches Röntgen-Bildgebungsverfahren

Die Erfindung betrifft ein Röntgen-Bildgebungsverfahren zur Visualisierung des Blutflusses in einem koronaren Gefäßbaum eines Patienten.

5

Ferner betrifft die Erfindung ein Computerprogramm sowie ein Röntgen-Bildgebungsgerät mit Computermitteln zur Durchführung dieses Verfahrens.

10 Im Bereich der Angiographie gewinnen dreidimensionale medizinische Bildgebungsverfahren, wie z. B. die dreidimensionale Rotations-Röntgenbildgebung (3D-RX) zunehmend an Bedeutung. Die mit solchen Methoden gewonnenen Bilddaten enthalten interessante Informationen für die Diagnose von Gefäßerkrankungen, wie z. B. Stenosen. Dabei ist die Visualisierung der Gefäßstrukturen entscheidend, damit ein behandelnder Arzt schnell und zuverlässig potentielle Gefahrenquellen erkennen kann.

15

So sind im Stand der Technik Verfahren bekannt, welche es ermöglichen, aus der Mehrzahl von mittels 3D-RX aufgenommenen zweidimensionalen Projektionsbildern die dreidimensionale Struktur des zu untersuchenden Gefäßbaumes mittels spezieller Modellierungs- oder Rückprojektionstechniken auf einem geeigneten Computer zu rekonstruieren. Die 20 computergestützte dreidimensionale Rekonstruktion des Gefäßbaumes des Patienten aus den aufgenommenen Bilddaten erlaubt es somit, den Verlauf der Blutgefäße mit hoher Wiedergabegenaugigkeit zu visualisieren, wobei nicht zum interessierenden Gefäßsystem gehörende anatomische Strukturen erforderlichenfalls ausgeblendet werden können. Die dreidimensionale Rekonstruktion der Gefäßstrukturen ist insbesondere auch ein nützliches 25 Hilfsmittel bei der Planung von Interventionen, wie beispielsweise Linksherzkatheteruntersuchungen (PTCA).

Bei den bislang bekannten Verfahren werden aber nachteiligerweise keinerlei Informationen bezüglich des Blutflusses durch den untersuchten Gefäßbaum erhalten. Das Fließverhalten und insbesondere die Strömungsgeschwindigkeit des Blutes können aber wichtige Anhaltspunkte für den untersuchenden Arzt beispielsweise in Bezug auf den Schweregrad einer vorhandenen 5 Stenose liefern. Bei den bekannten Verfahren kann der Arzt den Zustand einer Stenose ausschließlich anhand der rekonstruierten Geometrie der Gefäße beurteilen. Es ist aber mit den bekannten Verfahren, die lediglich statische Bilder des Gefäßbaumes liefern können, nicht möglich, die Bedrohlichkeit einer Stenose anhand der Auswirkungen der Stenose auf den Blutfluss, d.h. die Strömungsgeschwindigkeit des Blutes im Bereich der Stenose einschätzen zu 10 können.

Aufgabe der Erfindung ist es demnach, ein Röntgen-Bildgebungsverfahren zu schaffen, welches es ermöglicht, das Fließverhalten des Blutes im koronaren Gefäßbaum zu untersuchen.

15

Diese Aufgabe löst die Erfindung durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 1.

Gemäß der Erfindung wird zunächst ein erster Satz von Röntgenprojektionsbildern des Gefäßbaumes in verschiedenen Phasen des Herzzyklus vorzugsweise aus unterschiedlichen 20 Projektionsrichtungen aufgenommen. Um den Gefäßbaum in den Röntgenprojektionsbildern sichtbar zu machen, wird dem Patienten ein geeignetes Kontrastmittel verabreicht. Während der Aufnahme des ersten Satzes von Röntgenprojektionsbildern wird außerdem das EKG (Elektrokardiogramm) des Patienten kontinuierlich aufgezeichnet, damit jedes der aufgenommenen Bilder einer bestimmten Phase des Herzzyklus zugeordnet werden kann.

25

Auf der Grundlage des ersten Satzes von Röntgenprojektionsbildern wird als nächstes gemäß einem an sich bekannten Verfahren die dreidimensionale Struktur des Gefäßbaumes in den verschiedenen Phasen des Herzzyklus rekonstruiert. Die rekonstruierte Struktur wird sodann

in eine Mehrzahl von Gefäßsegmenten aufgeteilt, für welche jeweils individuell das Fließverhalten des Blutes untersucht werden soll.

Während oder unmittelbar nach der Gabe eines Kontrastmittels wird gemäß der Erfindung ein

5 zweiter Satz von Röntgenprojektionsbildern des Gefäßbaumes – wiederum unter gleichzeitiger Aufzeichnung des EKG's des Patienten – aufgenommen. Für die Aufnahme des zweiten Satzes von Röntgenprojektionsbildern wird zweckmäßigerweise nur ein kurzer Kontrastmittelbolus gegeben, was für die Untersuchung des Fließverhaltens des Blutes gemäß den unten beschriebenen weiteren Verfahrensschritten vorteilhaft ist. Die Aufnahme des ersten

10 Satzes von Röntgenprojektionsbildern erfolgt demgegenüber vorzugsweise mit einem längeren Kontrastmittelbolus, damit die dreidimensionale Struktur des Gefäßbaumes möglichst genau untersucht werden kann.

Das Strömungsverhalten des Blutes in dem Gefäßbaum kann dann untersucht werden, indem

15 die zeitabhängige Kontrastmittelkonzentration innerhalb der rekonstruierten dreidimensionalen Struktur des Gefäßbaumes bestimmt wird. Hierzu erfolgt gemäß der Erfindung zunächst eine Zuordnung der Röntgenprojektionsbilder des zweiten Satzes jeweils zu einer Phase des Herzzyklus anhand des aufgezeichneten EKG's. Sodann werden zu den Gefäßsegmenten der rekonstruierten Struktur des Gefäßbaumes lokale Bildbereiche innerhalb der Röntgenprojektionsbilder des zweiten Satzes aufgefunden, und zwar entsprechend der räumlichen Positionen dieser Gefäßsegmente in der betreffenden Phase des Herzzyklus. Hierzu können beispielsweise gemäß den Projektionswinkeln, unter denen die Röntgenprojektionsbilder des zweiten Satzes aufgenommen wurden, die Bildbereiche, auf welche die jeweiligen Gefäßsegmente in den jeweiligen Projektionsbildern abgebildet werden, berechnet werden. Durch Auswertung

20 der Röntgenabsorption innerhalb der auf diese Weise aufgefundenen Bildbereiche wird dann ermittelt, wie sich die Kontrastmittelkonzentration innerhalb der einzelnen Gefäßsegmente im Verlauf der Zeit verändert, wie sich also der Gefäßbaum mit Kontrastmittel füllt. Dies gestattet unmittelbare Rückschlüsse auf das Strömungsverhalten des Blutes innerhalb des

25 Gefäßbaumes.

Für den untersuchenden Arzt muss schließlich der gemäß dem zuvor beschriebenen Verfahren ermittelte Kontrastmittelfluss in geeigneter Weise visualisiert werden. Zu diesem Zweck ist es beispielsweise denkbar, dass die zeitabhängige Kontrastmittelkonzentration als Helligkeits-

5 oder Farbwert in einer dreidimensionalen Ansicht der rekonstruierten dreidimensionalen Struktur des Gefäßbaumes dargestellt wird.

Die Grundidee der Erfindung ist es zum einen, die Bewegungen der Blutgefäße während der Herzschlagtätigkeit bei der Rekonstruktion der dreidimensionalen Struktur des Gefäßbaumes

10 zu berücksichtigen. Es wird nicht nur die Struktur selbst, sondern auch deren durch die Bewegung des Herzens hervorgerufene zeitliche Veränderung rekonstruiert. Die Zuordnung der einzelnen Bewegungsstadien des Gefäßbaumes zu den jeweiligen Phasen des Herzzyklus erfolgt anhand des parallel zur Bildaufnahme aufgezeichneten EKG's. Zum anderen ist die Idee der Erfindung, auch bei der Aufnahme des zweiten Satzes der Röntgenprojektionsbilder 15 das EKG des Patienten aufzuzeichnen, so dass in Bezug auf die jeweilige Phase des Herzzyklus die rekonstruierte dreidimensionale Struktur des Gefäßbaumes mit den Bildmerkmalen der Röntgenprojektionsbilder des zweiten Satzes in Übereinstimmung gebracht werden kann. Daraus resultieren dann insgesamt umfassende dreidimensionale Daten darüber, wie das Blut durch den Gefäßbaum strömt.

20 Es ist in besonders vorteilhafter Weise möglich, dass während oder nach der Gabe des Kontrastmittels zunächst der zweite Satz von Röntgenprojektionsbildern aufgenommen wird, während sich der Gefäßbaum mit Kontrastmittel füllt, und dann erst der erste Satz von Röntgenprojektionsbildern aufgenommen wird, nachdem der Gefäßbaum vollständig mit 25 Kontrastmitteln gefüllt ist. Auf diese Weise ist nur eine einmalige Kontrastmittelgabe erforderlich. Die oben skizzierte Auswertung der Röntgenprojektionsbilder zur Bestimmung und Visualisierung der zeitabhängigen Kontrastmittelkonzentration innerhalb des Gefäßbaumes erfolgt dann erst nach Abschluss der Bildaufnahme des ersten und zweiten Satzes von Röntgenprojektionsbildern.

Wenn Teile des Gefäßbaumes bei der Aufnahme der Röntgenprojektionsbilder in Projektionsrichtung verlaufen oder sich Teile des Gefäßbaumes in Projektionsrichtung überdecken, ist eine eindeutige Zuordnung der betreffenden Gefäßsegmente zu den entsprechenden Bildbereichen nicht ohne weiteres möglich. Von daher ist es zweckmäßig,

5 dass die Aufnahme des ersten und/oder zweiten Satzes von Röntgenprojektionsbildern mittels kontinuierlicher Rotations-Röntgenbildgebung unter einer Mehrzahl von Projektionswinkeln erfolgt.

Zu beachten ist, dass die Aufnahme des ersten Satzes der Röntgenprojektionsbilder aus

10 möglichst vielen Projektionsrichtungen erfolgen sollte, damit die dreidimensionale räumliche Struktur des Gefäßbaumes möglichst präzise rekonstruiert werden kann. Die Rekonstruktion kann insbesondere auch auf der Grundlage einer Vielzahl von Projektionsbildern erfolgen, welche während mehrerer aufeinanderfolgender Herzzyklen aufgenommen werden.

Demgegenüber ist bei der Aufnahme des zweiten Satzes der Röntgenprojektionsbilder

15 besonderes Augenmerk auf die zeitliche Auflösung zu richten, damit das Einströmen des Kontrastmittels in den Gefäßbaum zeitlich präzise verfolgt werden kann. Von daher ist es sinnvoll, dass die Aufnahme des zweiten Satzes von Röntgenprojektionsbildern unter nur wenigen verschiedenen oder sogar unter nur einem festen Projektionswinkel erfolgt.

20 Zweckmäßigerweise erfolgt also die Aufnahme des ersten Satzes von Röntgenprojektionsbildern unter kontinuierlicher Rotations-Röntgenbildgebung während mehrerer aufeinanderfolgender Herzzyklen, und der zweite Satz wird möglichst unter nur wenigen, gegebenenfalls festen Projektionswinkeln mit möglichst hoher zeitlicher Auflösung aufgenommen, während sich der Gefäßbaum mit Kontrastmittel füllt.

25

Außer dem Gefäßbaum werden in dem aus dem ersten Satz von Röntgenprojektionsbildern abgeleiteten, rekonstruierten dreidimensionalen Bild auch anatomische Strukturen abgebildet, beispielsweise Knochen, die bei der weiteren Auswertung einen Störfaktor darstellen können. Von daher ist es sinnvoll, dass zur Rekonstruktion der dreidimensionalen Struktur des

Gefäßbaumes eine computergestützte Modellierung des Gefäßbaumes unter Eliminierung der übrigen in dem ersten Satz von Röntgenprojektionsbildern enthaltenen anatomischen Strukturen erfolgt.

- 5 Ein Röntgenbildgebungsgerät, insbesondere ein C-Arm-Röntgengerät, zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist Gegenstand von Anspruch 6, wonach ein Computermittel des Röntgenbildgebungsgerätes programmtechnisch derart eingerichtet ist, dass die Bestimmung der zeitabhängigen Kontrastmittelkonzentration innerhalb der dreidimensionalen Struktur des Gefäßbaumes gemäß dem oben beschriebenen Verfahren erfolgt. Für die
- 10 Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, beispielsweise auf einem mit einem geeigneten Computermittel ausgestatteten Bildgebungsgerät, eignet sich ein Computerprogramm gemäß Anspruch 7. Die entsprechende Software kann den Benutzern von geeigneten Bildgebungsgeräten vorteilhafterweise auf einem Datenträger, wie einer Diskette oder CD-Rom, oder zum Herunterladen über ein Datennetz (Internet) zur Verfügung gestellt werden.

15

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden anhand der Figuren erläutert. Es zeigen:

Figur 1 Ablaufschema des erfindungsgemäßen Verfahrens;

20

Figur 2 Röntgenbildgebungsgerät gemäß der Erfindung.

Das in der Figur 1 schematisch dargestellte Verfahren dient zur Visualisierung des Blutflusses in einem koronaren Gefäßbaum eines Patienten. Das Verfahren beginnt mit der Aufnahme eines ersten Satzes 1 von Röntgenprojektionsbildern in verschiedenen Phasen des Herzzyklus. Parallel zur Aufnahme der Röntgenprojektionsbilder wird ein erstes EKG 2 des Patienten aufgenommen. Aus dem ersten Satz 1 von Röntgenprojektionsbildern wird als nächstes die dreidimensionale Struktur des Gefäßbaumes rekonstruiert, und zwar in den verschiedenen Phasen des Herzzyklus, so dass anschließend ein Satz 3 von dreidimensionalen Datensätzen

der koronaren Gefäßstruktur für die verschiedenen Herzschlagphasen vorliegt. Es erfolgt eine computergestützte Modellierung des Gefäßbaumes, wobei in den Röntgenprojektionsbildern enthaltene anatomische Strukturen, die nicht zu dem untersuchten Gefäßbaum gehören, eliminiert werden. In einem Datensatz 4 ist die dreidimensionale Struktur des Gefäßbaumes in 5 eine Mehrzahl von Gefäßsegmenten 5 aufgeteilt. Der Datensatz 4 enthält Informationen über die räumliche Position jedes Gefäßsegmentes 5 in jeder Phase des Herzzyklus, so dass durch den Datensatz 4 die Struktur und Bewegung des Gefäßbaumes vollständig modelliert ist.

10 Im weiteren Verfahrensverlauf wird ein zweiter Satz 6 von Röntgenprojektionsbildern des Gefäßbaumes während oder nach der Gabe eines Kontrastmittels aufgenommen. Auch hierbei wird ein zweites EKG 7 des Patienten aufgenommen. Die Röntgenprojektionsbilder des zweiten Satzes 6 werden anhand des EKG's 7 jeweils einer Phase des Herzzyklus zugeordnet.

15 Für ein Gefäßsegment 8, für welches die Zeitabhängigkeit der Kontrastmittelkonzentration bestimmt werden soll, werden lokale Bildbereiche innerhalb der Röntgenprojektionsbilder des zweiten Satzes 6 entsprechend der räumlichen Position des Gefäßsegmentes 8 in einer bestimmten Phase des Herzzyklus aufgefunden. Hierzu werden die zeitabhängigen Positionsdaten des Datensatzes 4 herangezogen. Die Kontrastmittelkonzentration innerhalb des 20 Gefäßsegmentes 8 wird dann durch Auswertung der Röntgenabsorption innerhalb der aufgefundenen lokalen Bildbereiche ermittelt. Der Zeitverlauf der Kontrastmittelkonzentration im Bereich des Gefäßsegmentes 8 kann zum Zwecke der Visualisierung als Diagramm 9 dargestellt werden. Derartige Diagramme können für sämtliche Gefäßsegmente erzeugt werden, so dass sich insgesamt ein umfassendes Bild des Blutflusses innerhalb des 25 Gefäßbaumes ergibt.

Bei dem in der Figur 2 gezeigten Bildgebungsgerät handelt es sich um ein C-Arm-Röntgen-gerät, welches einen C-Arm 10 aufweist, welcher mittels einer Halterung 11 an einer nicht näher dargestellten Decke aufgehängt ist. An dem C-Arm 10 sind eine Röntgenstrahlungs-

quelle 12 sowie ein Röntgenbildwandler 13 beweglich geführt, so dass eine Mehrzahl von Röntgenprojektionsbildern von einem im Zentrum des C-Arms 10 auf einem Patiententisch 14 liegenden Patienten 15 unter unterschiedlichen Projektionswinkeln aufgenommen werden können. Die synchrone Bewegung der Röntgenstrahlungsquelle 12 und des Röntgenbildwандlers 13 werden von einer Steuereinheit 16 gesteuert. Bei der Bildaufnahme laufen die Röntgenstrahlungsquelle 12 und der Röntgenbildwandler 13 synchron um den Patienten 15 herum. Die dabei von dem Röntgenbildwandler 13 erzeugten Bildsignale werden an eine computergesteuerte Bildverarbeitungseinheit 17 übertragen. Mittels eines EKG-Geräts 18 wird der Herzschlag des Patienten überwacht, und das EKG wird an die Bildverarbeitungseinheit 17 übermittelt. Die Bildverarbeitungseinheit 17 weist eine Programmsteuerung auf, mittels welcher die Verarbeitung der Röntgenprojektionsbilder gemäß dem oben beschriebenen Verfahren erfolgt. Zur Visualisierung dient ein an die Bildverarbeitungseinheit 17 angeschlossener Monitor 19.

PATENTANSPRÜCHE

1. Röntgen-Bildgebungsverfahren zur Visualisierung des Blutflusses in einem koronaren Gefäßbaum eines Patienten mit den folgenden Verfahrensschritten:

- a) Aufnahme eines ersten Satzes (1) von Röntgenprojektionsbildern des Gefäßbaumes in verschiedenen Phasen des Herzzyklus unter gleichzeitiger Aufzeichnung eines ersten 5 EKG's (2) des Patienten (22);
- b) Rekonstruktion der dreidimensionalen Struktur des Gefäßbaumes in den verschiedenen Phasen des Herzzyklus aus dem ersten Satz (1) von Röntgenprojektionsbildern und Aufteilung der Struktur in eine Mehrzahl von Gefäßsegmenten (5, 8) ;
- 10 c) Aufnahme eines zweiten Satzes (6) von Röntgenprojektionsbildern des Gefäßbaumes während oder nach der Gabe eines Kontrastmittels unter gleichzeitiger Aufzeichnung eines zweiten EKG's (7) des Patienten;
- d) Bestimmung der zeitabhängigen Kontrastmittelkonzentration (9) innerhalb der im Verfahrensschritt b) rekonstruierten dreidimensionalen Struktur des Gefäßbaumes 15 durch
  - aa) Zuordnung der Röntgenprojektionsbilder des zweiten Satzes (6) jeweils zu einer Phase des Herzzyklus anhand des aufgezeichneten zweiten EKG's (7);
  - bb) Auffinden von den einzelnen Gefäßsegmenten (8) zugeordneten lokalen Bildbereichen innerhalb der Röntgenprojektionsbilder des zweiten Satzes (6) entsprechend der räumlichen Positionen der Gefäßsegmente (8) in der betreffenden Phase des Herzzyklus gemäß der im Verfahrensschritt b) 20 rekonstruierten dreidimensionalen Struktur des Gefäßbaumes;

- cc) Ermittlung der Kontrastmittelkonzentration innerhalb der Gefäßsegmente (8) durch Auswertung der Röntgenabsorption innerhalb der im Verfahrensschritt bb) aufgefundenen lokalen Bildbereiche;
- e) Visualisierung des Kontrastmittelflusses durch die dreidimensionale Struktur des Gefäßbaumes gemäß der im Verfahrensschritt d) bestimmten zeitabhängigen Kontrastmittelverteilung (9).

5

2. Röntgen-Bildgebungsverfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,

10 dass während oder nach der Gabe des Kontrastmittels zunächst der zweite Satz (6) von Röntgenprojektionsbildern aufgenommen wird, während sich der Gefäßbaum mit Kontrastmittel füllt, und dann der erste Satz (1) von Röntgenprojektionsbildern aufgenommen wird, nachdem der Gefäßbaum vollständig mit Kontrastmittel gefüllt ist.

15 3. Röntgen-Bildgebungsverfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Aufnahme des ersten und/oder zweiten Satzes von Röntgenprojektionsbildern mittels kontinuierlicher Rotations-Röntgenbildgebung unter einer Mehrzahl von Projektionswinkeln erfolgt.

20

4. Röntgen-Bildgebungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Aufnahme des zweiten Satzes (6) von Röntgenprojektionsbildern unter **zumindest** einem festen Projektionswinkel erfolgt.

25

5. Röntgen-Bildgebungsverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass zur Rekonstruktion der dreidimensionalen Struktur im Verfahrensschritt b) eine  
computergestützte Modellierung des Gefäßbaumes unter Eliminierung der übrigen in dem  
5 ersten Satz von Röntgenprojektionsbildern enthaltenen anatomischen Strukturen erfolgt.

6. Röntgen-Bildgebungsgerät, insbesondere C-Arm-Röntgengerät, mit Mitteln (10, 11, 12,  
13) zur Erzeugung eines ersten und eines zweiten Satzes von Röntgenprojektionsbildern eines  
koronaren Gefäßbaumes eines Patienten (15) unter unterschiedlichen Projektionsrichtungen,  
10 mit Mitteln (18) zur Aufzeichnung des EKG's des Patienten (15) während der Aufnahme des  
ersten und zweiten Satzes von Röntgenprojektionsbildern, und mit Computermitteln (17) zur  
Rekonstruktion der dreidimensionalen Struktur des Gefäßbaumes,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Computermittel (17) eine Programmsteuerung aufweisen, welche zur Bestimmung der  
15 zeitabhängigen Kontrastmittelkonzentration innerhalb der dreidimensionalen Struktur des  
Gefäßbaumes gemäß dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 arbeitet.

7. Computerprogramm für ein Röntgen-Bildgebungsgerät nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
20 dass durch das Computerprogramm das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 auf den  
Computermitteln des Röntgen-Bildgebungsgerätes implementiert wird.

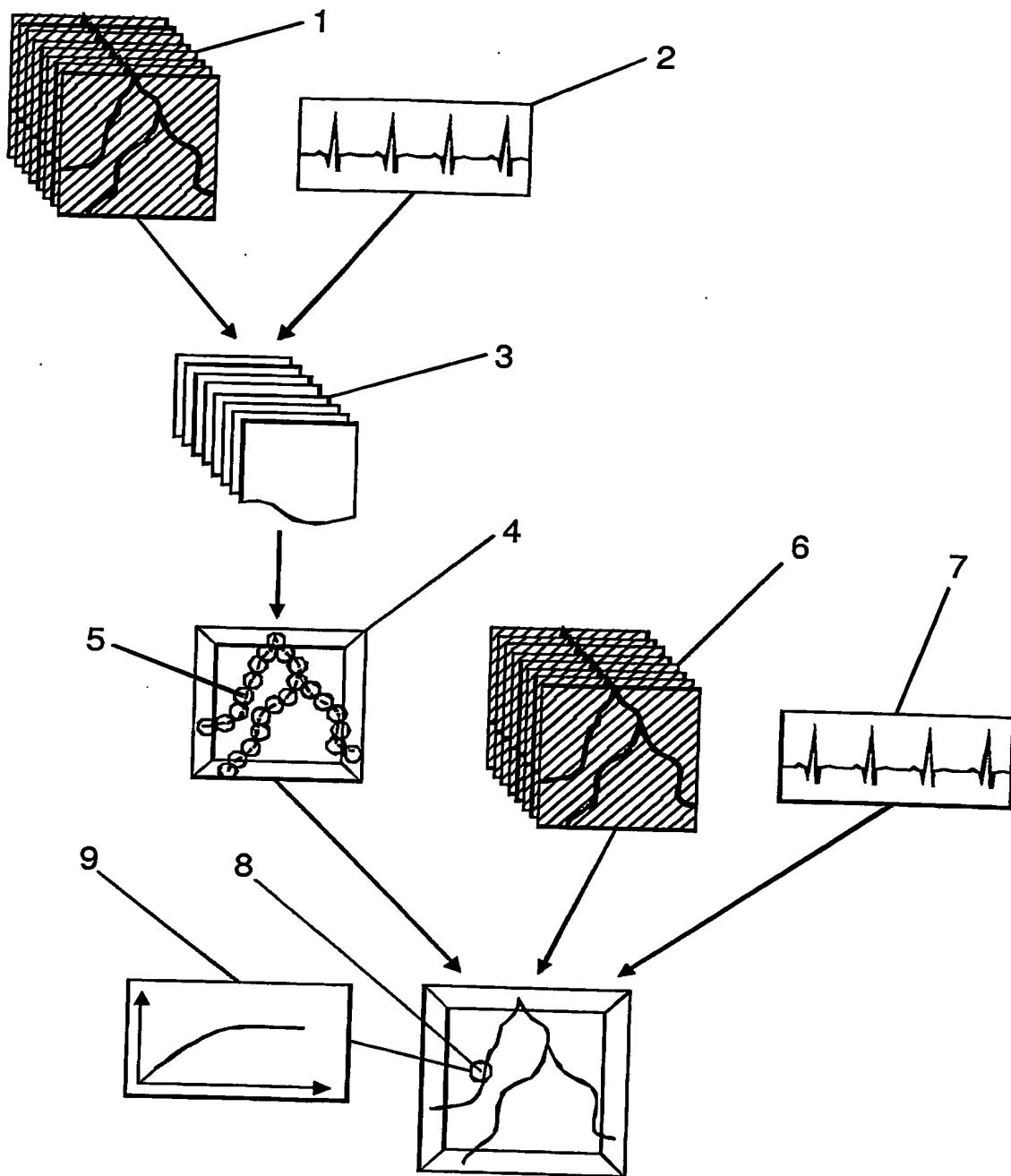
## ZUSAMMENFASSUNG

### Angiographisches Röntgen-Bildgebungsverfahren

Die Erfindung betrifft ein Röntgen-Bildgebungsverfahren zur Visualisierung des Blutflusses in einem koronaren Gefäßbaum eines Patienten. Dazu wird ein erster Satz (1) von

- 5 Röntgenprojektionsbildern des Gefäßbaumes in verschiedenen Phasen des Herzzyklus unter gleichzeitiger Aufzeichnung des EKG's (2) des Patienten aufgenommen. Sodann erfolgt eine Rekonstruktion der dreidimensionalen Struktur des Gefäßbaumes in den verschiedenen Phasen des Herzzyklus. Ein zweiter Satz (6) von Röntgenprojektionsbildern wird während der Gabe eines Kontrastmittels, wiederum unter Aufzeichnung des EKG's (7), aufgenommen.
- 10 Die Erfindung schlägt zur Bestimmung der zeitabhängigen Kontrastmittelkonzentration innerhalb der rekonstruierten dreidimensionalen Struktur des Gefäßbaumes vor, einzelnen Gefäßsegmenten (5, 8) zugeordnete lokale Bildbereiche innerhalb der Röntgenprojektionsbilder des zweiten Satzes (6) entsprechend den räumlichen Positionen der Gefäßsegmente (5, 8) in der betreffenden Phase des Herzzyklus aufzufinden. Die Ermittlung der
- 15 Kontrastmittelkonzentration im Bereich der Gefäßsegmente (5, 8) erfolgt dann durch Auswertung der Röntgenabsorption innerhalb der aufgefundenen lokalen Bildbereiche.

Fig. 1



**Fig. 1**

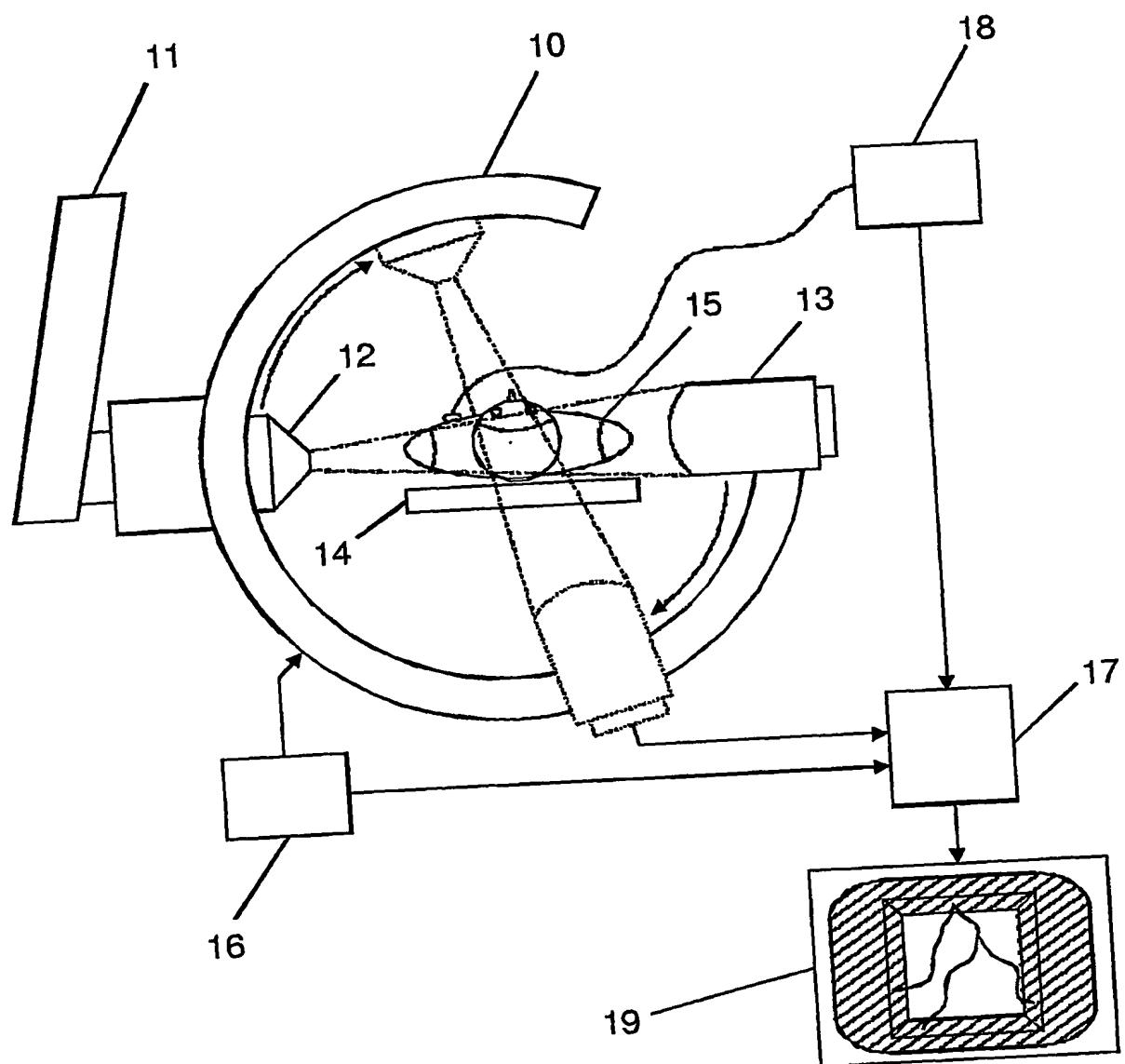


Fig. 2

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

**BLACK BORDERS**

**IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

**FADED TEXT OR DRAWING**

**BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

**SKEWED/SLANTED IMAGES**

**COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

**GRAY SCALE DOCUMENTS**

**LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

**REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

**OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**